

# 公開実用 昭和61-95104

BEST AVAILABLE COPY

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 実用新案出願公開

⑪ 公開実用新案公報(U) 昭61-95104

⑫ Int. Cl.

H 03 B 5/32  
5/04  
H 03 L 1/02

識別記号

庁内整理番号

A-6749-5J  
7530-5J  
7530-5J

⑬ 公開 昭和61年(1986)6月19日

審査請求 未請求 (全 頁)

⑭ 考案の名称 温度補償型水晶発振回路装置

⑮ 実 願 昭59-180173

⑯ 出 願 昭59(1984)11月28日

⑰ 考 案 者 青 田 俊 雄 東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス電気株式会社  
内

⑱ 出 願 人 アルプス電気株式会社 東京都大田区雪谷大塚町1番7号

⑲ 代 理 人 弁理士 森 田 寛 外3名

BEST AVAILABLE COPY

明 細 書

1. 考案の名称

温度補償型水晶発振回路装置

2. 実用新案登録請求の範囲

水晶振動子を用いて発振させ、該発振周波数の温度による変化を補償する回路を備えた温度補償型水晶発振回路装置において、発生する電圧が温度上昇に応じて増加あるいは減少する電圧発生回路と、前記温度に応じて発生した電圧に基づいて第1の所定温度以下では容量値が温度上昇とともに増加しかつ第1の所定温度以上では容量値が一定であるようにした第1の可変容量ダイオード回路と、前記温度に応じて発生した電圧に基づいて第1の所定温度よりも高い第2の所定温度以下では容量値が一定でありかつ第2の所定温度以上では容量値が温度上昇とともに増加するようにした第2の可変容量ダイオード回路とを備えており、前記第1の可変容量ダイオード回路と第2の可変



容量ダイオード回路とはそれぞれ前記水晶振動子と直列に接続されたことを特徴とする温度補償型水晶発振回路装置。

### 3. 考案の詳細な説明

#### (A) 産業上の利用分野

本考案は、温度補償型水晶発振回路装置、特に、第1の所定温度以下では容量値が温度上昇とともに増加しかつ第1の所定温度以上では一定を保つ第1の可変容量ダイオード回路と、第2の所定温度以下では容量値が一定を保ちかつ第2の所定温度以上では温度上昇とともに増加する第2の可変容量ダイオード回路とをもうけた温度補償型水晶発振回路装置に関するものである。

(B) 従来の技術と考案が解決しようとする問題点  
一般に水晶振動子は、周囲温度の変化に伴い振動周波数が変動することが知られている。第2図にATカット水晶振動子の温度特性の一例を示す。この例では5℃に山を、45℃に谷を持つ。この様に3次曲線で近似される。このため、水晶発振

## BEST AVAILABLE COPY

回路で例えば通信機等の基準発振器の様な高安定発振器を得る場合には、何らかの温度補償が必要となるとともに小型化、低価格、低消費電力化を要求される。

一般的に発振回路はコルピッツ形で形成し発振状態に於いて水晶振動子は誘導性インピーダンスとなるから水晶振動子より見た発振回路側の等価インピーダンスは容量性にする。従って発振回路の等価容量を変えれば発振周波数が変わることから、水晶振動子の温度特性に合わせて等価容量を変化すれば、温度に対する周波数偏差を補償することができる。

従来、例えば第2図の様な特性の水晶振動子を用いて水晶発振回路の温度補償を行ないより安定な特性を得ようとする場合には、第1の方法として、水晶振動子を恒温槽内に設置して、水晶振動子の温度を一定に保つことによって発振周波数を一定に保つようにしたり、第2の方法として可変容量ダイオードを水晶振動子に直列に接続し、温度に応じて異なる制御電圧をこの可変容量ダイオ

ードに印加して発振周波数を一定に保つようにする。この場合制御電圧を得るには種々あるが、サーミスタと固定抵抗器とをいくつかブリッジに接続し温度に応じて所望の電圧を得る方法や、サーミスタを含むブリッジ回路の不平衡電圧を差動増幅器で検出して所望な電圧を得る方法等がある。

しかし、第1の方法では、

- (1) 恒温槽内の温度を一定に保つためヒーター等を設置し加熱電流を流す必要があり消費電流が大きくなってしまう。
- (2) 電源スイッチを入れてから恒温槽が定常状態になるまでに時間を要するのでスイッチを入れてからすぐには使えない。
- (3) 恒温槽を備えなければならず形状が大きくなってしまう。
- (4) 恒温槽およびヒーターを備えなければならずコストが高くなってしまう。

以上の欠点より可搬形の通信機等に用いることは実用的でない。また第2の方法では、

BEST AVAILABLE COPY

- (1) 広範囲の温度にわたって制御電圧を得る必要があるが、構成部品にバラツキ等があり、所望の制御電圧が得られない。
- (2) サーミスタの抵抗値が温度により勾配許容度が比較的大きくかつ回路網内のサーミスタがそれぞれバラツキあるため制御電圧に大きな影響を与える。
- (3) 可変容量ダイオード1個で補償しようとしており、複雑な温度特性を補償するには回路補正用の素子が複雑に接続されるばかりでなく、各温度での補正調整が困難である。

(C) 問題点を解決するための手段

本考案は上記の欠点を解決するようにしており、低温域と中温域と高温域とについて夫々別々に温度補償を行ない得るようにした回路構成を与えるようにしている。そしてそのため、本考案の温度補償型水晶発振回路装置は、水晶振動子を用いて発振させ、該発振周波数の温度による変化を補償する回路を備えた温度補償型水晶発振回路装置において、発生する電圧が温度上昇に応じて増加あ

るいは減少する電圧発生回路と、前記温度に応じ  
て発生した電圧に基づいて第1の所定温度以下で  
は容量値が温度上昇とともに増加しかつ第1の所  
定温度以上では容量値が一定であるようにした第  
1の可変容量ダイオード回路と、前記温度に応じ  
て発生した電圧に基づいて第1の所定温度よりも  
高い第2の所定温度以下では容量値が一定であり  
かつ第2の所定温度以上では容量値が温度上昇と  
ともに増加するようにした第2の可変容量ダイオ  
ード回路とを備えており、前記第1の可変容量ダ  
イオード回路と第2の可変容量ダイオード回路と  
はそれぞれ前記水晶振動子と直列に接続されたこ  
とを特徴としている。

#### (D) 実施例

第1図は本考案による温度補償型水晶発振回路  
装置の一実施例構成を示す。

実施例に於いて水晶発振回路側は一般的なコル  
ビット発振回路なので説明は省略する。図示の場  
合、水晶振動子Xに容量C<sub>5</sub>を介し可変容量ダイ  
オード（以下ダイオードと呼ぶ）D<sub>1</sub>が直列に接

BEST AVAILABLE COPY

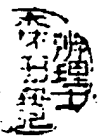
続され、容量  $C_0$  を経て接地されている。又容量  $C_1$  を介し可変容量ダイオード（以下ダイオードと呼ぶ） $D_2$  が接続され、容量  $C_0$  を経て接地されている。これらのダイオード  $D_1$ 、 $D_2$  はカソード側でバイアス抵抗  $R_5$ 、 $R_6$  と  $R_7$ 、 $R_8$  で別々にバイアスされ、これらを外部よりコントロールする電圧がダイオード  $D_1$  には抵抗  $R_9$  を介しダイオード  $D_2$  には抵抗  $R_{10}$  を介して別々に入力されている。これらのダイオード  $D_1$ 、 $D_2$  に水晶振動子の温度特性を補正する様に周囲温度に応じて制御電圧を印加し、広い温度範囲にわたって発振周波数の安定な水晶発振回路を実現している。

周囲温度に応じた電圧を得る回路として第1図においては、トランジスタ  $TR_1$  の接合順方向電圧  $V_{BE}$  の温度に対する変化を利用し、この変化電圧をオペアンプ  $OP_1$  で反転して増幅し④点に得ている。 $R_{11}$ 、 $R_{12}$  はオペアンプ  $OP_1$  のバイアス抵抗であり、 $V_{R_1}$  はトランジスタ  $TR_1$  の温度による電圧  $V_{BE}$  の電圧変化を所望の大きさの電圧変化に調整する為の利得調整用可変抵抗であり、



$V R_2$  はオフセット調整用の可変抵抗である。

図示において、ダイオード  $D_1$ ,  $D_2$  は、カソードがそれぞれ容量  $C_5$ ,  $C_7$  を介して水晶振動子  $X$  に直列に接続されているとともに、後述するトランジスタ  $T R_2$ ,  $T R_3$  での制御電圧発生回路に入力抵抗  $R_{10}$ ,  $R_9$  を介して接続されており、周囲温度に対応した電圧に基づいて上記トランジスタ  $T R_2$ ,  $T R_3$  により得られた制御電圧に応じて容量が変化する様になっている。また上記ダイオード  $D_2$  のカソードにバイアス抵抗  $R_7$ ,  $R_8$  で、またダイオード  $D_1$  のカソードにバイアス抵抗  $R_5$ ,  $R_6$  でそれぞれバイアス設定され、定数によって動作点が任意に選べるとともに検出電圧選定回路トランジスタ  $T R_2$  のバイアス抵抗  $R_{11}$ ,  $R_{12}$  の比で又トランジスタ  $T R_3$  のバイアス抵抗  $R_{14}$ ,  $R_{15}$  の比で動作点が任意に設定される様に構成されている。そしてこの実施例では温度センサー用のトランジスタ  $T R_4$  およびオペアンプ  $O P_1$  を含む電圧発生回路と、これから発生した直流電圧をバイアス電圧によって加工してダイオード  $D_1$ ,



BEST AVAILABLE COPY

D<sub>2</sub> に印加するトランジスタTR<sub>3</sub>, TR<sub>2</sub> にて構成した制御電圧発生回路とが設けられている。

温度センサーに用いられているトランジスタTR<sub>4</sub> はベースエミッタ間順方向接合電圧V<sub>BE</sub>が温度によって高感度に変化し良好な直線性を有することが知られており、第5図(イ)に示す如くその温度係数は比較的大きな値を示す。実施例ではトランジスタTR<sub>4</sub> の温度によるV<sub>BE</sub>の変化をオペアンプOP<sub>1</sub> により所望の大きさの電圧に反転増幅し、第5図(ロ)に示す如く、第1図図示(㊸)の点に電圧を発生させている。抵抗VR<sub>2</sub> は定電流でバイアスしているのでトランジスタTR<sub>4</sub> のV<sub>BE</sub>の変化はそのままオペアンプに入力されて所望の出力電圧を得る。また抵抗VR<sub>2</sub> でオフセットを任意に設定できる。この実施例では常温にて設定するようにしている。

オペアンプOP<sub>1</sub> で増幅された電圧は抵抗R<sub>15</sub> を介しトランジスタTR<sub>2</sub> のベースへ、又抵抗R<sub>16</sub> を介してトランジスタTR<sub>3</sub> のベースへ、それぞれ分岐させて印加されている。又トランジスタ

$TR_2$  のエミッタからの出力を入力抵抗  $R_{10}$  を介しダイオード  $D_2$  のアノードに、トランジスタ  $TR_3$  のエミッタからの出力を入力抵抗  $R_9$  を介しダイオード  $D_1$  のアノードにそれぞれ接続し、即ちトランジスタ  $TR_2$ 、 $TR_3$  のベースへ印加された電圧の変化分をそれぞれのエミッタに発生させ、入力電圧による変化分に応じた可変容量ダイオードの容量変化によって、水晶発振回路の発振周波数を変えるように構成している。

第5図を用いて各部の電圧関係を説明する。

上記トランジスタ  $TR_2$  は抵抗  $R_{11}$  と  $R_{12}$  によってエミッタにバイアス電圧が加えられており、周囲温度が温度  $T_2$  よりも高くなって、該トランジスタのベース入力電圧が（バイアス電圧 +  $V_{BE}$ ）よりも高い場合にはONになり、低い場合にはOFFになる。このときのダイオード  $D_2$  のアノード電圧を  $V_{D2A}$  とすると第5図（ハ）になる。入力電圧が高くてトランジスタ  $TR_2$  がONになっている場合には、入力電圧に比例した出力電圧が入力抵抗  $R_{10}$  を介してダイオード  $D_2$  に加えら

BEST AVAILABLE COPY

れ、その電圧に応じてダイオード  $D_2$  の容量値が変る。ダイオード  $D_2$  のカソード電圧  $V_{D2c}$  は電圧  $V_{D2A}$  よりも高く設定されている。一方入力電圧が低くてトランジスタ  $TR_2$  が OFF になっている場合にはバイアス抵抗  $R_{11}$ ,  $R_{12}$  による一定電圧が抵抗  $R_{10}$  を介してダイオード  $D_2$  に加えられ、ダイオード  $D_2$  は一定容量に保たれる（第5図（ハ）参照）。

又トランジスタ  $TR_3$  はコレクタを抵抗  $R_{14}$ ,  $R_{17}$  によりバイアスされており、周囲温度が温度  $T_1$  より高くなって、該トランジスタのベース入力電圧が（バイアス電圧  $-V_{CE\text{ sat}} + V_{BE}$ ）よりも高くなった場合には、該トランジスタが飽和状態になる。このため一定の直流電圧が入力抵抗  $R_9$  を介してダイオード  $D_1$  に加えられダイオード  $D_1$  は一定容量に保たれる。このときダイオード  $D_1$  のカソード電圧  $V_{D1c}$  は電圧  $V_{D1A}$  よりも高くなるように設定されている。又入力電圧がそれ以下の場合には、入力電圧の変化に応じた電圧がダイオード  $D_1$  に加えられ、その電圧に応じてダ

イオード  $D_1$  の容量値が変わる（第5図（ニ）参照）。

そして第2図に例示した水晶振動子の温度特性を補償するために、第1図のダイオード  $D_2$  は高い温度領域にて動作させるようカソードを抵抗  $R_7, R_8$  によって高い電圧にてバイアスされており、ダイオード  $D_1$  は低い温度領域にて動作させるようカソードを抵抗  $R_5, R_6$  によって低い電圧にバイアスしている。

以上の様に周囲温度変化に応じた電圧を第1図の③に出力させた上で、上記トランジスタ  $TR_2, TR_3$  のエミッタの出力電圧の変化に応じてそれぞれ動作を変えて上記ダイオード  $D_1, D_2$  に印加し、容量を制御することによって、水晶発振回路の発振周波数が温度変化により変化しない様に温度補償が行なわれることになる。即ち、周囲温度が温度  $T_2$  より高い方向に行った場合には水晶の振動周波数は高くなるためダイオード  $D_2$  の端子間電圧 ( $V_{D2C} - V_{D2A}$ ) を小さくして容量を大とし、逆に周囲温度が温度  $T_1$  より低くなった場

BEST AVAILABLE COPY

合には振動周波数が低くなるため、ダイオード  $D_1$  の端子間電圧 ( $V_{D1C} - V_{D1A}$ ) を大きくして、容量を小さくすることができ、温度補償を行なうことができる。図示実施例では第2図の様なATカットの水晶振動子の温度特性を補償する為に第5図(ホ)、(ヘ)に示す如く  $+45^\circ\text{C}$  以上にてダイオード  $D_2$  の容量変化(ホ)を得、 $+5^\circ\text{C}$  以下ではダイオード  $D_1$  の容量変化(ヘ)を得られる様、それぞれのバイアスが設定されている。又中温域の  $+5^\circ\text{C}$  ないし  $+45^\circ\text{C}$  の範囲については第1図図示の共振容量  $C_3$ 、 $C_4$  等に負の温度補償用容量を使用し補償している。

従って発振周波数の温度特性を一定に保つようにした時の各温度補償素子による発振周波数特性を示すと第3図の様になる。即ち、図中⑥は中温域を補償するために負の温度補償容量を使用した第1図の共振容量  $C_3$ 、 $C_4$  による特性である。又第2図図示の温度  $T_2$  より高い温度範囲 ( $+45^\circ\text{C}$  以上) のみを補償する様にバイアスを設定してトランジスタ  $TR_2$  に制御出力電圧を得た場合第

3 図③の特性になり、温度  $T_1$  より低い温度範囲（ $+5^\circ\text{C}$  以下）のみを補償する様にバイアスを設定してトランジスタ  $T R_2$  に制御出力電圧を得た場合第 3 図④の特性になる。これらの特性を合成すると第 3 図図示⑤の補償発振周波数特性が得られる。

従って上記の特性が得られる水晶発振回路に第 2 図の特性を示す水晶振動子を接続した場合第 4 図に示す補償された発振周波数特性が得られ、広範囲な温度に於いて極めて安定な水晶発振器が実現できる。なお当該実施例として温度範囲を  $-20^\circ\text{C} \sim +70^\circ\text{C}$  に設定しかつそれぞれの可変容量ダイオードの動作点を  $+45^\circ\text{C} \sim +70^\circ\text{C}$ 、 $+5^\circ\text{C} \sim -20^\circ\text{C}$  に区分してあるが、回路のバイアス等の変更によりこれらの値を使用する水晶振動子の特性に合わせ自由に設定できることは言うまでもない。また共振容量  $C_3$ 、 $C_4$  等の温度特性も変化させれば補償曲線の傾斜も自由に設定できることも言うまでもない。更にオペアンプ  $O P_1$  で入力電圧を反転しないで出力した場合（第 1 図では

BEST AVAILABLE COPY

(-) の入力端子へ入力しているので入力と出力が反転するが, (+) の入力端子へ入力すれば入力と出力が反転しない), 第1図図示のダイオード  $D_1$ ,  $D_2$  のアノードとカソードを逆にして接続すれば第1図回路の動作と同じ動作が得られる。

第6図は他の実施例の要部を示している。第1図図示実施例ではトランジスタを用いてダイオード  $D_1$ ,  $D_2$  に加える電圧を制御しているが, 第6図の実施例ではツェナーダイオード  $ZD_1$ ,  $ZD_2$  を用いてダイオード  $D_1$ ,  $D_2$  に加える電圧を制御している。ダイオード  $D_1$ ,  $D_2$  の電圧制御以外の回路は第1図と同じであり, 図示①点が第1図図示②点に相当すると考えてよい。

温度が上昇すると①点の電圧は, 第7図(ト)のように下降する。するとオペアンプ  $OP_1$  の出力(④点の電圧)は第7図(チ)のように上昇する。そして②点の電圧は上昇し, ツェナーダイオード  $ZD_1$  のツェナー電圧まで上昇し, 以後はツェナー電圧に保たれる(第7図(ヌ))。ツェナーダイオード  $ZD_1$  のツェナー電圧と④点の電圧



とは所定の温度  $T_1$  で一致するように、ツェナーダイオード  $ZD_1$  の特性と、オペアンプ  $OP_1$  の増幅度とが選ばれている。ダイオード  $D_1$  のアノードには前記②点の電圧が加えられ、カソードには前記④点の電圧よりも高い一定電圧が加えられているので、ダイオード  $D_1$  の容量は温度  $T$  が  $T_1$  以下では温度とともに増加し、 $T_1$  以上では一定である（第7図（ヲ））。

又、温度が上昇し、④点の電圧が第7図（ト）のように下降すると、オペアンプ  $OP_2$  の出力（④点の電圧）は第7図（リ）のように下降する。そして④点の電圧は④点の電圧がツェナーダイオード  $ZD_2$  のツェナー電圧まで下降する間ツェナーダイオード  $ZD_2$  のツェナー電圧に保たれ、以下は下降する（第7図（ル））。ツェナーダイオード  $ZD_2$  のツェナー電圧と④点の電圧とは所定の温度  $T_2$  で一致するように、ツェナーダイオード  $ZD_2$  の特性とオペアンプ  $OP_2$  の増幅度とが選ばれている。ダイオード  $D_2$  のカソードには前記④点の電圧が加えられ、アノードには前記④点

## BEST AVAILABLE COPY

の電圧よりも低い一定電圧が加えられているので、ダイオード $D_2$ の容量は温度 $T$ が $T_2$ 以下では一定であり、 $T_2$ 以上では温度とともに増加する（第7図（ワ））。

前記温度 $T_1$ よりも $T_2$ の方が大きいとすれば、ダイオード $D_1$ 、 $D_2$ の並列接続による合成容量は、温度 $T_1$ 以下では温度とともに上昇し、温度 $T_1$ から $T_2$ の間では温度変化に関係なく一定で、温度 $T_2$ 以上では温度とともに上昇する。中温域については、第1図図示の場合と同様に共振容量 $C_3$ 、 $C_4$ などの特性によって所望の特性を与えられる。

#### （E）考案の効果

以上説明した如く、本考案によれば、低温域、中温域、高温域の3部分に分けてそれぞれ別々に補償できるため、温度による発振周波数特性の異なる各種の水晶振動子に対して、実用上十分な温度範囲に亘り容易に補償することができる。

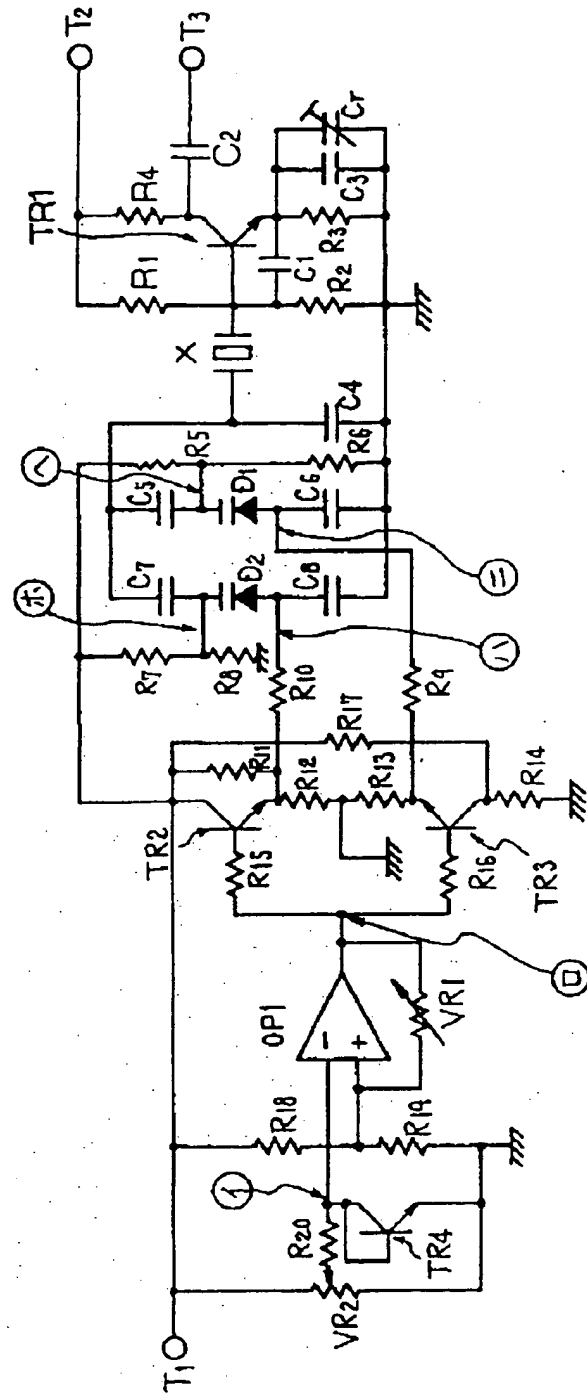
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本考案の一実施例構成、第2図は水晶振動子の特性、第3図は第2図図示の特性を補償するための特性、第4図は補償結果を表わす説明図、第5図は第1図図示構成の動作を説明する説明図、第6図は本考案の他の一実施例の要部構成、第7図は第6図図示の構成の動作を説明する説明図を示す。

図中、 $X$ は水晶振動子、 $D_1$ 、 $D_2$ は夫々可変容量ダイオード、 $C_3$ 、 $C_4$ は夫々共振容量、 $TR_1$ は温度センサとして働くトランジスタを表わす。

実用新案登録出願人 アルプス電気株式会社  
代理人弁理士 森田 寛（外3名）

BEST AVAILABLE COPY

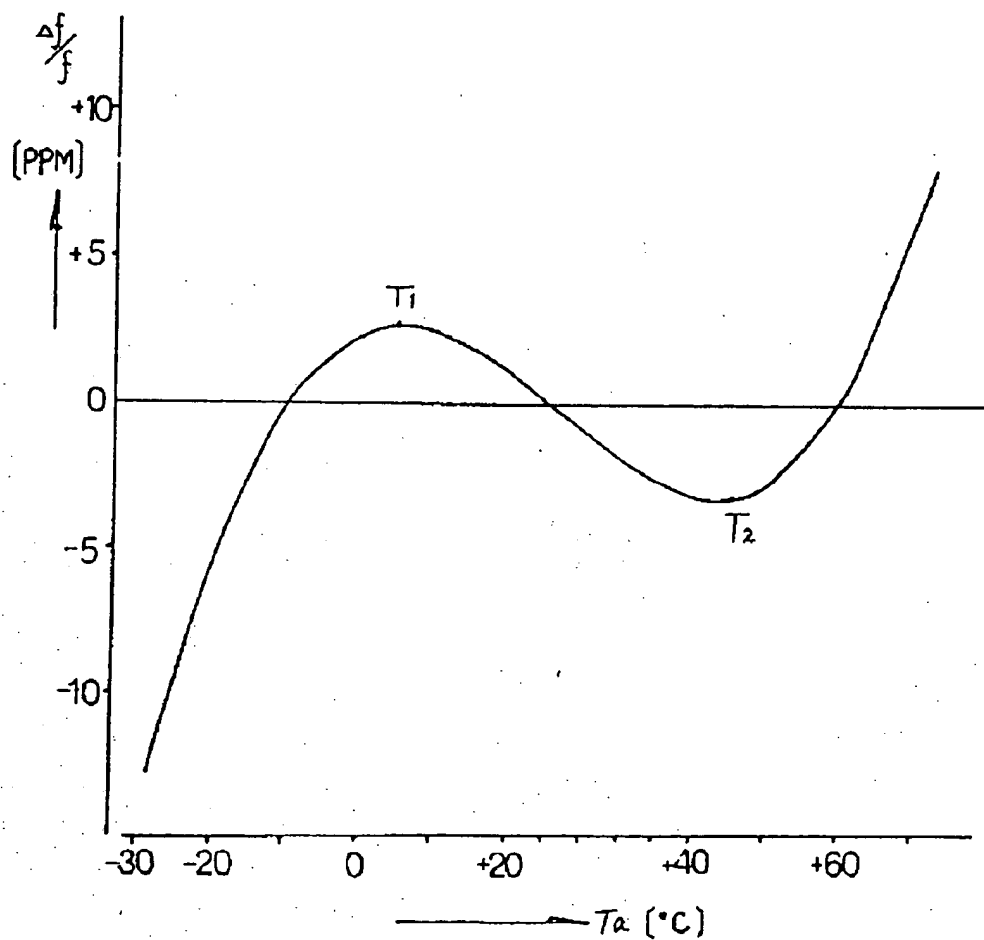


第1図

出願人 アルプス電気株式会社

代理人弁理士 森田 寛 (外3名)

BEST AVAILABLE COPY



第 2 図

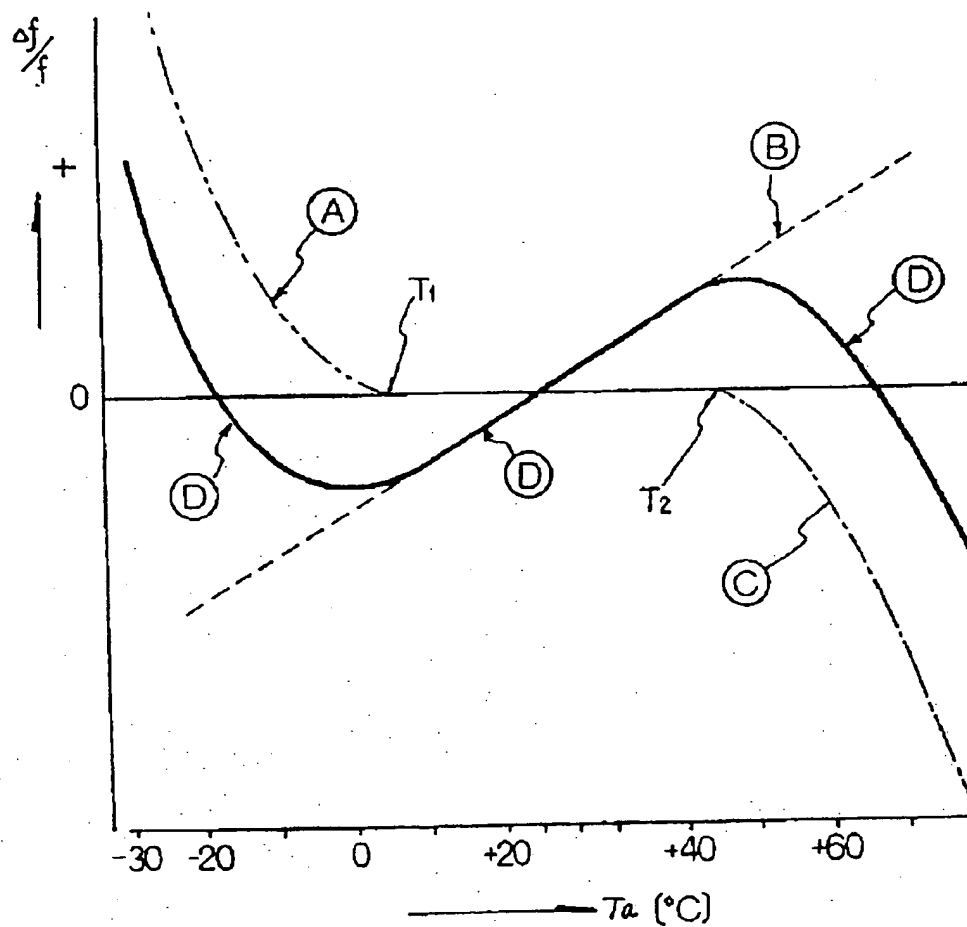
出 願 人 アルプス電気株式会社

代理人弁理士 森 田 寛 (外3名)

50

実開61-95104

BEST AVAILABLE COPY

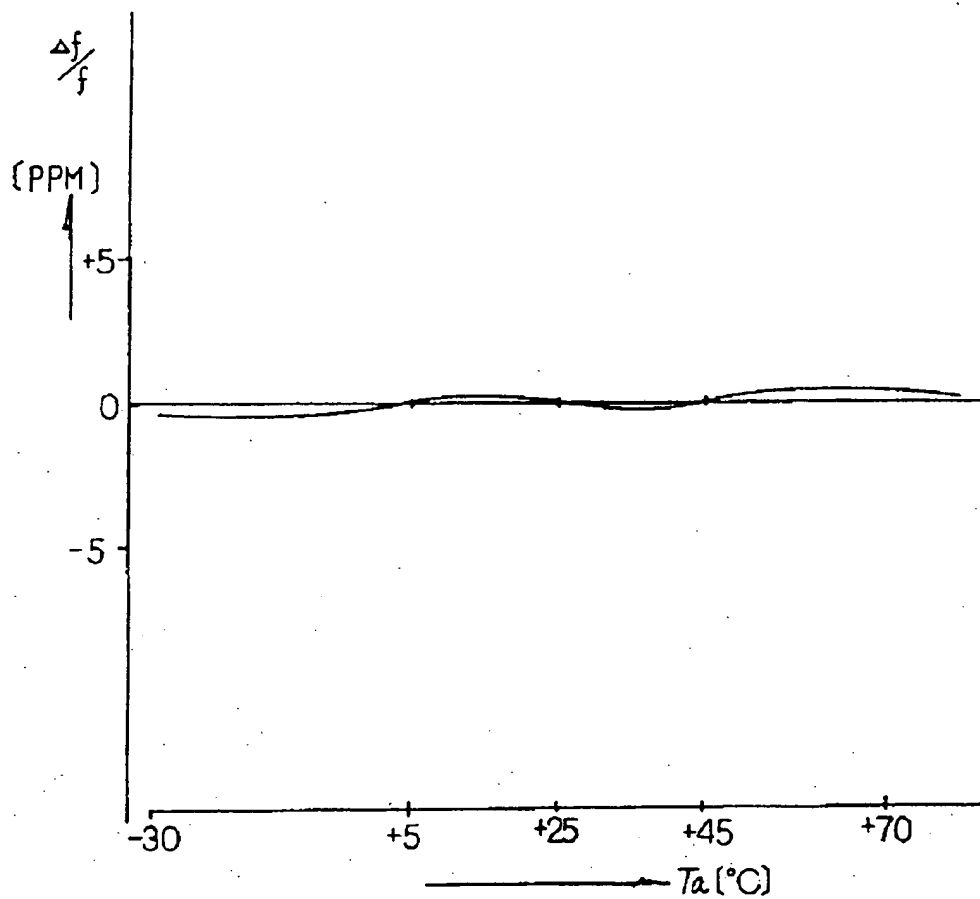


第 3 図

出 願 人 アルプス電気株式会社

代理人弁理士 森 田 寛 (外3名)

BEST AVAILABLE COPY



第 4 図

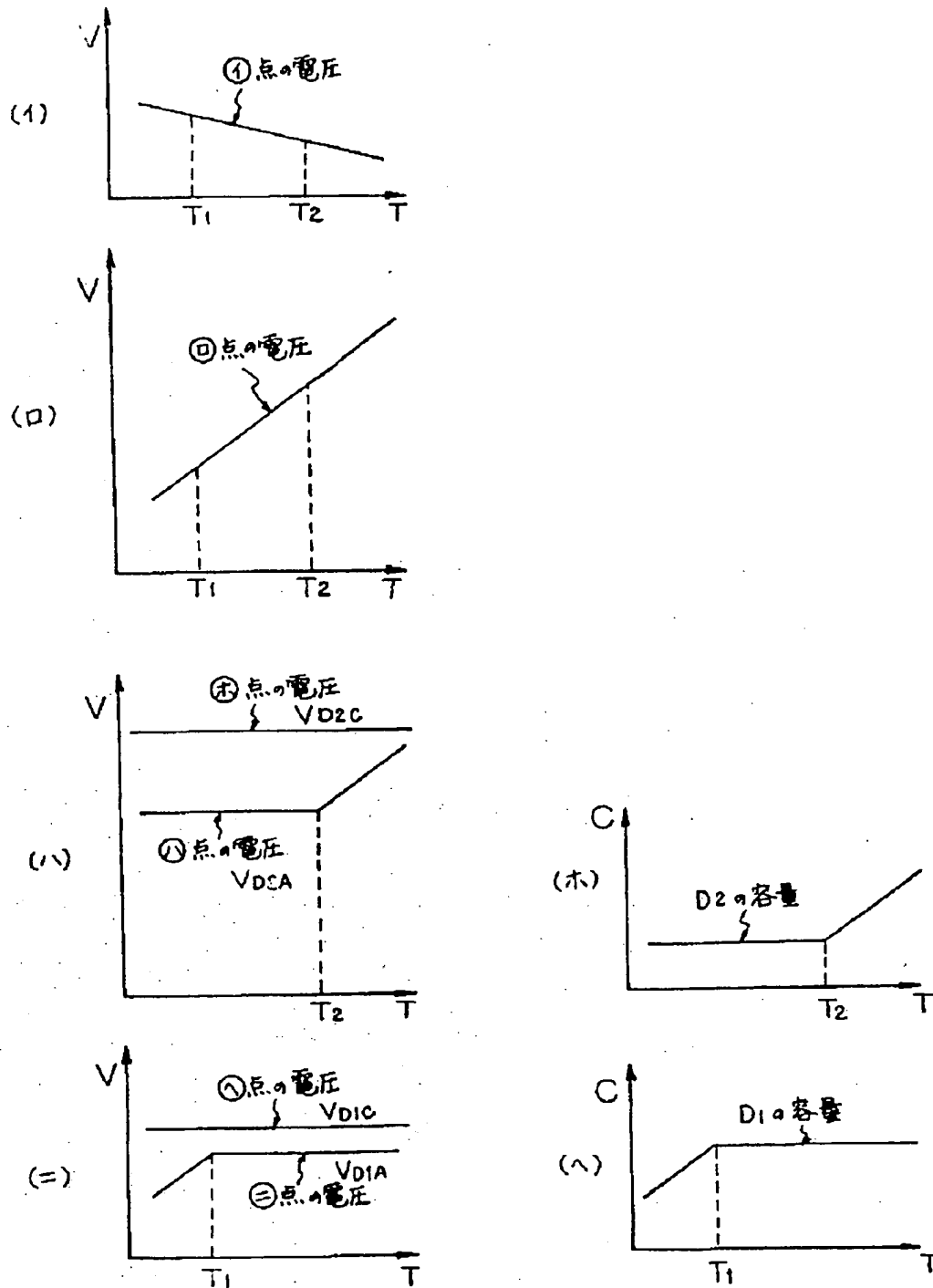
出 願 人 アルプス電気株式会社

代理人弁理士 森田 寛 (外3名)

52

実開61-95104

BEST AVAILABLE COPY



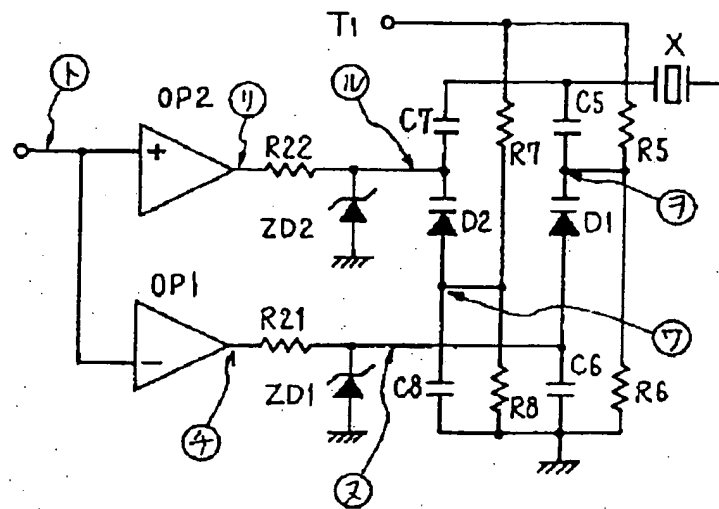
第 5 図

出願人 アルプス電気株式会社  
代理人弁理士 森田 寛 (外3名)

53

実開 01-95104



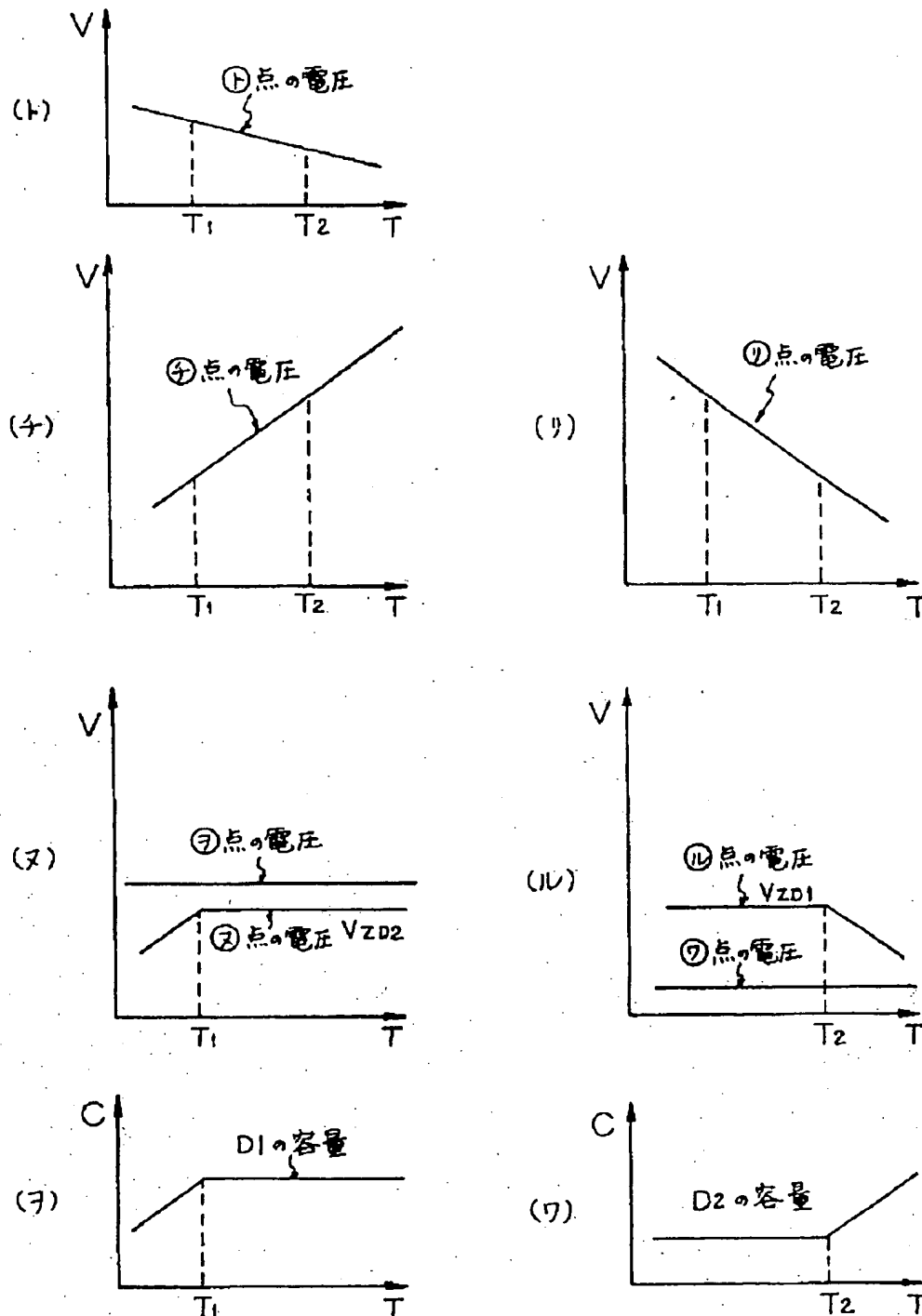


第 6 図

出 願 人 アルプス電気株式会社

代理人弁理士 森 田 寛 (外3名)

BEST AVAILABLE COPY



第7図

出願人 アルプス電気株式会社  
代理人弁護士 森田 寛 (外3名)